

⑯ 公開特許公報 (A) 昭64-11945

⑯ Int.Cl.⁴C 22 C 38/24
38/00
38/52

識別記号

3 0 2

庁内整理番号

E-6813-4K

⑯ 公開 昭和64年(1989)1月17日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑯ 発明の名称 冷間工具鋼

⑯ 特願 昭62-165481

⑯ 出願 昭62(1987)7月3日

⑯ 発明者 松田 幸紀 愛知県名古屋市昭和区円上町4-20

⑯ 出願人 大同特殊鋼株式会社 愛知県名古屋市中区錦1丁目11番18号

⑯ 代理人 弁理士 長門 侃二

明 松田

下及び $Zr: 2.0\%$ 以下のうちの少なくとも1種を含有し、残部実質的にFe及び不可避不純物からなり、450℃以上で焼き戻し効果を有することを特徴とする冷間工具鋼。

1. 発明の名称

冷間工具鋼

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は過酷な条件下の冷間加工に使用される、或いは、工具に加工する際にワイエーカット等の放電加工を施される冷間工具鋼に関する。

(従来技術及び発明が解決しようとする問題点)

従来、冷間鍛造用ダイス及びポンチ、抜型等に代表される冷間加工用合金工具鋼としては、JIS SKD11が汎用されている。このSKD11は、熱処理法として1000~1050℃から焼入後、150~200℃で焼き戻しし、通常、HRC61以上で用いられている。

ところが、このSKD11は高い硬度を有するものの、韌性の点で充分ではないという問題がある。そのため、近年の冷間加工法の条件の過酷化、或いは、工具に加工する方法として最近普及され

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%で、C: 0.75~1.75%、P: 0.020%以下、S: 0.0030%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Si: 3.0%以下、Mn: 0.1~2.0%、Cr: 5.0~11.0%、Mo: 1.3~5.0%、V: 0.1~5.0%を含有し、残部実質的にFe及び不可避不純物からなり、450℃以上で焼き戻し効果を有することを特徴とする冷間工具鋼。

(2) 重量%で、C: 0.75~1.75%、P: 0.020%以下、S: 0.0030%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Si: 3.0%以下、Mn: 0.1~2.0%、Cr: 5.0~11.0%、Mo: 1.3~5.0%、Mo: 0.1~5.0%を含有すると共に、Cu: 0.1~2.0%、Ni: 0.2~2.0%、W: 0.1~3.0%、Co: 0.1~5.0%、Nb: 0.01~3.00%、Ti: 2.0%以

てきたワイヤーカット放電加工に充分対応することができない場合が増大している。具体的には、冷間鍛造加工用ダイスでは焼付による工具寿命の低下、又、抜型ではワイヤーカット放電加工時の割れの発生等が問題となっている。

そこで、本発明者は、過酷な冷間加工条件及び放電加工に充分耐えうる冷間工具鋼として、450℃以上の高温焼き戻し処理を施して二次硬化硬さを増大させたものを提案した（特開昭59-179762号公報）。

本発明は、上記した冷間工具鋼の高い硬度を維持しつつ、韧性を更に向上させた冷間工具鋼を提供することを目的とする。

（問題点を解決するための手段および作用）

本発明は、冷間工具鋼組成において、不可避不純物として含有されているP、S、O及びNの含有量を所定値以下に規制することとすると、結晶粒界偏析が軽減されると共に構造偏析が低減され、韧性を大幅に向上させることができ、不純物含有量の低減により高温焼き戻し脆性を改善しうると

の認識に基づくものである。更に、P、S、O及びNの低減により、晶出カーバイドのM₂C₃がの晶出形態が微細化し、焼入時のカーバイドの固溶が促進され、高温焼き戻し硬さが増大すると共に焼入冷却中の析出カーバイドの析出を抑制すると同時に析出した炭化物の成長を抑え、韧性向上させることができる。

即ち、第1の本発明に係る冷間工具鋼は、重量%で、C: 0.75~1.75%、P: 0.020%以下、S: 0.0030%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Si: 3.0%以下、Mn: 0.1~2.0%、Cr: 5.0~11.0%、Mo: 1.3~5.0%、V: 0.1~5.0%を含有し、残部実質的にFe及び不可避不純物からなり、450℃以上で焼き戻し効果を有するものであり、第2の本発明に係る冷間工具鋼は、重量%で、C: 0.75~1.75%、P: 0.020%以下、S: 0.0030%以下、O: 0.0030%以下、N: 0.020%以下、Si: 3.0%以下、Mn: 0.1~2.0%、Cr: 5.0~11.0%、Mo: 1.3~5.0%、V: 0.1

~5.0%を含有すると共に、Cu: 0.1~2.0%、Ni: 0.2~2.0%、W: 0.1~3.0%、Co: 0.1~5.0%、Nb: 0.01~3.00%、Ti: 2.0%以下及びZr: 2.0%以下のうちの少なくとも1種を含有し、残部実質的にFe及び不可避不純物からなり、450℃以上で焼き戻し効果を有するものである。

次いで、第1の本発明に係る冷間工具鋼の成分元素の含有量の限定理由について述べる。

C: 0.75~1.75重量%

Cはマルテンサイトの硬さを高め、高温焼き戻しにより特殊炭化物を形成して二次硬化に寄与し、又、更にCr、Mo、Vと炭化物を形成して耐摩耗性の向上に貢献する元素である。C含有量はCr含有量と相関を持つが、0.75%未満では焼入焼き戻し硬さが低く、逆に1.75%を超えると韧性が低下する。

Si: 3.0重量%以下

Siは主として脱酸剤として作用し、高温焼き戻し硬さの増大に有効である。しかし、多量に含

有させると熱間加工性及び韧性を低下させるので、上限値を3.0%とした。特にSi含有量が0.10%以下の場合に偏析が軽減でき、材料内外層の韧性の差が小さくなり、又、T方向の韧性が向上する。

Mn: 0.1~2.0重量%

Mnは脱酸及び脱硫剤として作用し、鋼の清浄度を向上させると共に焼入性を良好にする。そのため、0.1%以上含有させることが必要であるが、2%を超えると加工性が低下するため上限値を2.0%とした。

Cr: 5.0~11.0重量%

Crは焼入時に基地中に固溶して焼入性を高めると共にCr炭化物を形成して耐摩耗性を向上させるが、5.0%未満ではこのような効果が小さく、逆に11.0%を超えると韧性を劣化させる。

Mo: 1.3~5.0重量%

Moは焼入時に基地中に固溶すると共に炭化物を形成して耐摩耗性を向上させ、焼入及び焼き戻し抵抗性を高めるのに有効な元素である。かかる

効果を發揮させ、特に高温焼き戻しでHRC62以上での高硬度を得るために、その含有量を1.3%以上とする必要があるが、5%を超えるとその効果の増大は期待されず、逆に、熱間加工性を低下させる。

V : 0.1 ~ 5.0 重量%

Vは基地のオーステナイト系結晶粒の粗大化を防止し、微細な炭化物を形成して耐摩耗性及び焼入性の向上に資する元素である。これらの効果は0.1%未満では期待できず、又5%を超えると加工性が劣化する。

N : 0.020 重量%以下

鋼中にNが多量に含まれると、他の添加元素と窒化物を形成し、大きな炭窒化物が鋼中に存在することとなって工具の性能を劣化させるので、上限値を0.020%とした。このように、N含有量を規制することにより、晶出カーバイドM₂C₃(Mは金属元素を表す)の晶出形態が変化して微細化すると共に、焼入時にカーバイドの溶け込みが生じて高温焼き戻しの際に硬度が高くなるものと考えられる。

1の本発明に係る冷間工具鋼の成分元素に加えて、更に、Cu:0.1~2.0%、Ni:0.2~2.0%、W:0.1~3.0%、Co:0.1~5.0%、Nb:0.01~3.00%、Ti:2.0%以下及びZr:2.0%以下のうちの少なくとも1種を含有するものである。

これらの元素は、強度及び韧性の向上に資する元素であるが、多量に含有すると却って熱間加工性や韧性を低下させるため夫々上述した範囲で添加される。

これらの各成分元素が上記範囲にある鋼材は焼きなましされた後焼入され、かかる後に高温焼き戻しされる。本発明の冷間工具鋼は、この焼き戻し温度を450℃以上としたときに優れた焼き戻し効果を發揮する点を特長とするものである。かかる高温焼き戻しにより、焼入時の残留応力が除去されて安定組織となると同時に、二次硬化硬さが増大する。従って、高温焼き戻し後は硬度及び韧性が共に高く、例えば、ワイヤカット放電加工により工具に加工する際に割れを生じたり、又、

えられる。

S : 0.0030 重量%以下

鋼中におけるS含有量を低減することによって地キズの発生を抑制し、衝撃値を高めることができるので、上限値を0.0030%に規制した。好ましくは、0.0010%以下に規制する。

O : 0.0030 重量%以下

Oは鋼中に酸化物系非金属介在物を形成し、韧性を低下させるので、上限値を0.0030%に規制した。

P : 0.020 重量%以下

Pは地キズの発生を増大させる元素であり、このP含有量を低減することによって韧性を大きく改善することができると共に、衝撃値の異方性を小さくすることができるので、上限値を0.020%とした。尚、Pは初折カーバイドの析出を抑制すると同時に析出した炭化物の成長を抑えて、高温焼き戻しの際の硬度を向上させるものと考えられる。

第2の本発明に係る冷間工具鋼は、上記した第

工具としての使用時にかじりを起こしたりするこ^トとが防止され加工性が向上すると共に、工具寿命が大幅に延長される。更に、工具表面にTiC等を物理的に蒸着する場合の表面処理性も良好となる。かかる高温焼き戻しによる数々の効果は、焼き戻し温度が450℃未満では充分に發揮されない。

(実施例)

第1表に示す成分組成の本発明鋼及び比較鋼を溶製し、硬さ(HRC)、シャルピー衝撃値、曲げ抗折力、焼付荷重、比摩耗量、残留応力及びワイヤカット放電加工性について下記の条件で試験を行ない、夫々の結果を第2表に示した。

(1)曲げ抗折力

φ8×130mmの試験片につき、支点間距離100mm、中央1点荷重とし試験片が破断する際の破断荷重を測定した。

(2)比摩耗量

大越式迅速摩耗試験機を使用し、相手材SCM415(HB190)、摩耗速度2.9m/sec、

摩耗距離 200 m、摩耗荷重 6.5 kg とした。

(3) 焼付荷重

相手材として SCM415 (焼なまし) を用い、

摩耗速度 30 ~ 100 m/sec、接触面圧 5 ~ 50

kg f / m² とし、潤滑油として油脂系の潤滑油を
使用した。

(4) ワイヤカット放電加工性

ワイヤカット放電加工により 10 m の長さに切
断し、切断面における 100 μm 以上の長さの割
れの数で示した。

(5) 炭化物

炭化物は S 方向断面の最大長さを測定し、単位
面積当たりの 10 μm 以上の炭化物の個数により
評価した。

(以下余白)

第 1 表

供試材No		成 分 組 成 (重 量 %)											
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S	O	N	Fe	Cu,Ni,W,Co,Nb,Ti,Zr
本 発 明 鋼	1	1.05	0.97	0.42	7.96	2.03	0.34	0.012	0.0010	0.0021	0.0102	残部	—
	2	0.76	1.51	0.33	10.71	2.61	0.29	0.014	0.0020	0.0024	0.0089	✓	—
	3	1.30	1.50	0.51	8.41	1.78	0.55	0.009	0.0010	0.0011	0.0143	✓	—
	4	0.80	1.15	0.36	7.35	1.69	0.38	0.010	0.0010	0.0018	0.0120	✓	Ni:0.65, Cu:0.75
	5	1.52	0.84	0.36	10.61	2.71	2.00	0.007	0.0008	0.0020	0.0090	✓	W:1.00
	6	1.09	0.10	0.43	9.25	2.45	0.53	0.008	0.0010	0.0008	0.0095	✓	—
	7	1.28	0.68	0.50	9.53	2.20	0.48	0.010	0.0010	0.0021	0.0130	✓	Co:1.40, Nb:0.15 Ti:0.30, Zr:0.30
比較 鋼	8	1.03	1.01	0.38	8.11	2.10	0.29	0.030	0.0090	0.0092	0.0210	✓	—
	9	1.61	0.35	0.45	13.20	0.89	0.65	0.029	0.0100	0.0062	0.0195	✓	—
	10	1.43	0.41	0.65	11.92	0.91	0.30	0.008	0.0010	0.0040	0.0220	✓	—

第 2 表

	供試 番号	焼入温度 (°C)	焼き戻し温 度(°C)	硬さ (HRC)	シャルピー衝撃値 (kgf/cm²)	曲げ抗折力 (kgf/mm²)	焼付荷重 (kgf/mm²)	比摩耗量 (mm²/mm × kgf)	残留応力 (kgf/mm²)	炭化物 (個/mm²)	ワイヤーカットによるク ラック発生数(個/cm)	
実 験 例	1	1	1040	530	63.1	7.2	630	38	15.1×10^{-6}	3.3	9	0
	2	2	1040	520	62.7	6.3	710	35	10.1×10^{-6}	4.2	7	0
	3	3	1030	525	62.9	6.9	691	39	7.8×10^{-6}	2.2	22	0
	4	4	1040	520	62.4	8.0	733	40	9.5×10^{-6}	4.1	1	0
	5	5	1050	525	63.0	6.2	605	42	10.8×10^{-6}	5.9	121	0
	6	6	1040	520	62.5	8.1	625	37	11.0×10^{-6}	2.0	18	0
	7	7	1040	520	63.1	6.0	607	41	9.3×10^{-6}	4.0	19	0
比 較 例	1	8	1040	530	63.0	4.8	580	35	14.3×10^{-6}	4.6	19	0
	2	9	1025	520	59.1	1.7	420	28	17.7×10^{-6}	8.5	306	17
	3	10	1030	520	58.7	1.8	435	19	18.0×10^{-6}	9.6	220	12

第2表からも明らかなように、本発明鋼は何れもHRC62以上の硬さを有すると共に、特にシャルピー衝撃値が高く韧性に優れている。

(発明の効果)

以上説明したように第1の本発明に係る冷間工具鋼によれば、重量%で、C:0.75~1.75%、P:0.020%以下、S:0.0030%以下、O:0.0030%以下、N:0.020%以下、Si:3.0%以下、Mn:0.1~2.0%、Cr:5.0~11.0%、Mo:1.3~5.0%、V:0.1~5.0%を含有し、残部実質的にFe及び不可避不純物からなり、450°C以上で焼き戻し効果を有したこととしたので、高硬度と高韧性をバランスよく達成することができ、過酷な冷間加工条件に充分に耐えることができると共に、工具に加工を行う際の例えばワイヤーカット放電加工等において割れが発生することが防止され、工具としての寿命が大幅に増大する。又、第2の本発明に係る冷間工具鋼によれば、上記の各成分元素に加えて、Cu:0.1~2.0%、Ni:0.2~2.0%、

W:0.1~3.0%、Co:0.1~5.0%、Nb:0.01~3.00%、Ti:2.0%以下及びZr:2.0%以下のうちの少なくとも1種を含有することとしたので、強度及び韧性が更に向上する。

従って、本発明の冷間工具鋼は冷間鍛造用ダイス、ポンチ等の冷間加工用工具鋼として極めて有用である。

出願人 大同特殊鋼株式会社

代理人 弁理士 長門 侃二